



19 BUNDESREPUBLIK

## DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENTAMT**

⑫ **Patentschrift**  
⑬ **DE 43 22 634 C 2**

51 Int. Cl. 6:  
**F 15 B 13/02**  
F 15 B 9/12  
B 60 T 13/12  
G 05 D 16/14

②) Aktenzeichen: P 43 22 634.5-14  
②) Anmeldetag: 7. 7. 93  
④) Offenlegungstag: 12. 1. 95  
④) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 29. 10. 98

**Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden**

⑦3 Patentinhaber:

Mannesmann Rexroth AG, 97816 Lohr, DE

72 Erfinder:

Mies Hubert 97846 Partenstein DE

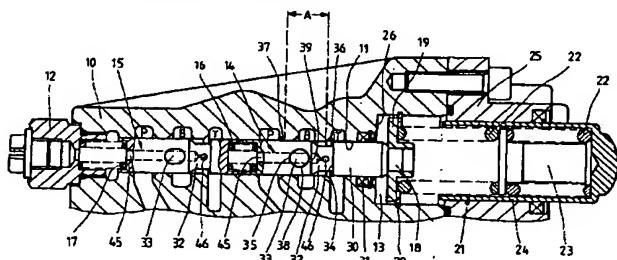
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 27 37 300 C2  
DE 41 17 291 A1  
DE 35 45 975 A1  
DE 31 27 927 A1  
GB 21 54 027 A

BACKE,W.: Systematik der hydraulischen  
Widerstands  
schaltungen in Ventilen und Regelkreisen. In: Buch  
reihe "Ölhydraulik und Pneumatik",  
Krausskopf-Ver-  
lag, 1974, S.35-39, S.54-57-59:

#### 54) Hydraulisches Druckregelventil, insbesondere hydraulisches Fremdkraftbremseventil

57) **Hydraulisches Druckregelventil, insbesondere hydraulisches Fremdkraftbremsventil, mit einer in einem Ventilgehäuse (10) vorhandenen Ventilbohrung (11), in die in einem axialen Abstand zueinander ein Versorgungskanal (P), ein Tankkanal (T) und ein zwischen dem Versorgungskanal (P) und dem Tankkanal (T) angeordneter Verbraucherkanal (B) münden, und mit einem in der Ventilbohrung (11) angeordneten und eine radiale Aussparung (33, 52) aufweisenden Regelkolben (14, 15), der in eine erste Richtung in eine durch einen Anschlag (26, 12) definierte erste Endstellung, in der der Verbraucherkanal (B) über die radiale Aussparung (33, 52) direkt mit dem Versorgungskanal (P) verbunden ist, und in eine zweite Richtung in eine zweite Endstellung verstellbar ist, in der der Verbraucherkanal (B) mit dem Tankkanal (T) verbunden ist, und der zwischen einer Regelstellung einnehmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Aussparung (33, 52) im Regelkolben (14, 15) in der ersten Endstellung des Regelkolbens (14, 15) symmetrisch zum Verbraucherkanal (B) und zum Versorgungskanal (P) liegt.**



DDE 4322634 C2

## Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem hydraulischen Druckregelventil, insbesondere von einem hydraulischen Fremdkraftbremsventil, das die Merkmale aus dem Oberbegriff des Anspruches 1 aufweist.

Ein derartiges Druckregelventil ist aus der DE 31 27 927 A1 bekannt. Bei diesem Druckregelventil münden in eine Ventilbohrung in einem axialen Abstand zueinander ein Versorgungskanal, ein Tankkanal und ein Verbraucherkanal, der zwischen dem Versorgungskanal und dem Tankkanal angeordnet ist. Der Regelkolben ist von einer mittleren Regelstellung aus in eine erste Richtung bis in eine erste Endstellung verstellbar. In dieser sind der Verbraucherkanal und der Versorgungskanal über eine radiale Aussparung des Regelkolbens miteinander verbunden. In einer zweiten Endstellung des Regelkolbens ist der Verbraucherkanal mit dem Tankkanal verbunden.

Ein als Fremdkraftbremsventil ausgebildetes Druckregelventil ist aus der DE 35 45 975 A1 bekannt. Bei diesem Ventil ist in einem Ventilgehäuse eine Ventilbohrung vorhanden, in die in einem axialen Abstand zueinander ein Versorgungskanal, ein Bremsdruckkanal als Verbraucherkanal und ein Tankkanal münden, wobei der Versorgungskanal zwischen dem Bremsdruckkanal und dem Tankkanal angeordnet ist. Weiterhin ist bei dem bekannten Fremdkraftbremsventil in der Ventilbohrung ein Regelkolben in eine erste Richtung in eine durch einen Anschlag definierte erste Endstellung, in der der Versorgungskanal und der Bremsdruckkanal miteinander verbunden sind, und in eine zweite Richtung in eine zweite Endstellung verstellbar, in der der Bremsdruckkanal mit dem Tankkanal verbunden ist. Dazwischen kann der Regelkolben eine Regelstellung einnehmen, in der er den Bremsdruckkanal mit Nullüberdeckung oder einer geringen positiven Überdeckung vom Versorgungskanal und vom Tankkanal trennt. Bei dem bekannten Fremdkraftbremsventil besitzt der Regelkolben eine zentrale Längsbohrung, in die eine Querbohrung mündet, deren Durchmesser dem lichten Abstand zwischen dem Versorgungskanal und dem Tankkanal entspricht und die sich in der Regelstellung des Regelkolbens in dem Bereich zwischen diesen beiden Kanälen befindet. Die Längsbohrung des Regelkolbens ist im Bereich des Bremsdruckkanals durch eine weitere Bohrung wieder nach außen in einen mit einer Eindrehung versehenen Bereich des Regelkolbens geführt. Außerdem ist die Längsbohrung auch an der Stirnseite des eingedrehten Abschnitts des Regelkolbens offen. Der Bremsdruckkanal wird über die Querbohrungen und die Längsbohrungen bei einer Bewegung des Regelkolbens aus der Regelstellung heraus in die eine Richtung mit dem Versorgungskanal und bei einer Bewegung in die andere Richtung mit dem Tankkanal verbunden.

In Fremdkraftbremsanlagen werden je nach der auf das Fremdkraftbremsventil ausgeübten äußeren Kraft Bremsdrücke bis in den Bereich von 100 bar aufgebaut. Charakteristisch ist dabei, daß ein Graph, in dem die zum Druckaufbau benötigte Zeit gegen den Enddruck aufgetragen ist, einen Bereich mit einer starken Krümmung zeigt. Für Bremsdrücke, die oberhalb dieses Bereichs liegen, ist die Zeit für den Druckaufbau wenigstens annähernd immer die gleiche. Unterhalb des Bereichs nimmt die Zeit für den Druckaufbau zu kleineren Bremsdrücken stark zu. Dies ist darauf zurückzuführen, daß einerseits die über das Ventil fließende Druckmittelmenge nur wenig vom aufzubauenden Bremsdruck abhängt und daß andererseits für niedrige Enddrücke der Regelkolben nicht mehr in seine erste Endstellung mit dem maximalen Durchflußquerschnitt gelangt. Etwa die gleiche Druckmittelmenge muß dann über einen Querschnitt flie-

ßen, der kleiner ist als für höhere Enddrücke. Eine schnelle Reaktion eines hydraulischen Systems auf ein Ansteuersignal ist ganz allgemein meist von Vorteil. Insbesondere ist ein schneller Druckaufbau in einer Bremsanlage günstig, weil dadurch die Sicherheit der mit mit einer solchen Bremsanlage ausgerüsteten Fahrzeugen umgehenden Personen erhöht und das Bremsgefühl verbessert wird.

Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein hydraulisches Druckregelventil, insbesondere ein hydraulisches Fremdkraftbremsventil, zu entwickeln, mit dem kurze Zeiten zum Druckaufbau bis zu sehr niedrigen Enddrücken erreichbar sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß für ein hydraulisches Druckregelventil, das die Merkmale aus dem Oberbegriff des Anspruchs 1 aufweist, dadurch gelöst, daß gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 die radiale Aussparung im Regelkolben in der ersten Endstellung des Regelkolbens symmetrisch zum Verbraucherkanal und zum Versorgungskanal liegt.

Die Erfindung fußt auf der Erkenntnis, daß bei den bekannten Druckregelventilen der Einfluß der Strömungskräfte bei hohen aufzubauenden Drücken gering, zu niedrigen Drücken hin jedoch nicht vernachlässigbar ist. Dies hat zur Folge, daß bei niedrigen Drücken der Regelkolben durch die Strömungskräfte aus seiner ersten Endstellung, die er aufgrund der auf ihn ausgeübten äußeren Kraft einnehmen würde, wenn keine Strömungskräfte auftreten würden, in Richtung auf die Regelstellung zu verstellen wird, so daß zwischen dem Versorgungskanal und dem – bei Einsatz als Fremdkraftbremsventil – Bremsdruckkanal nicht mehr der maximale Durchflußquerschnitt vorhanden ist. Größere äußere Kräfte, denen höhere Enddrücke entsprechen, können dagegen den Regelkolben auch gegen die Kraft der Strömungskräfte in seiner ersten Endstellung halten, so daß die Hydraulikflüssigkeit durch einen maximalen Querschnitt zwischen dem Versorgungskanal und dem Bremsdruckkanal hindurch zu den Regelkolben fließen kann. Bei einem erfindungsgemäßen Fremdkraftbremsventil ist nun dadurch, daß die radiale Aussparung in der ersten Endstellung des Regelkolbens symmetrisch zum Bremsdruckkanal und zum Versorgungskanal liegt, dafür gesorgt, daß in der ersten Endstellung die Strömungskräfte auf den Regelkolben null oder nahezu null sind. Deshalb verbleibt der Regelkolben bis zu sehr niedrigen Enddrücken hin solange in seiner ersten Endstellung, bis sich im Bremsdruckkanal ein Druck aufgebaut hat, der den Regelkolben in die Regelstellung und in ein Kräftegleichgewicht bringt. Mit einem erfindungsgemäß ausgebildeten Fremdkraftbremsventil ist es gelungen, die Grenze bis zu der herab die Zeit für den Druckaufbau annähernd konstant ist, von etwa 40 bar auf 20 bar zu erniedrigen. Damit einhergehend konnte die Zeit zum Druckaufbau auf etwa 80% bei 40 bar bis auf 30% bei 10 bar verringert werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen eines erfindungsgemäßen hydraulischen Druckregelventils, insbesondere eines hydraulischen Fremdkraftbremsventils kann man den Unteransprüchen entnehmen.

Grundsätzlich gibt es bei Druckregelventilen die zwei verschiedenen Möglichkeiten, jeweils ein Paar Regelkanten zwischen dem Regelkolben und dem Versorgungskanal sowie zwischen dem Regelkolben und dem Tankkanal oder zwei Paar Regelkanten zwischen dem Regelkolben und dem Verbraucherkanal, in dem der Druck geregelt werden soll, vorzusehen. Bei der ersten Konstruktion erstreckt sich zwischen den beiden Regelkanten des Regelkolbens üblicherweise eine einzige radiale Aussparung des Regelkolbens. Bei der zweiten Konstruktion besitzt der Regelkolben, wie dies im Anspruch 2 angegeben ist, einen Kolbensteg, dessen

axiale Erstreckung wenigstens annähernd der axialen Erstreckung des Verbraucherkanals entspricht und der sich in der Regelstellung des Regelkolbens mittig des Verbraucherkanals befindet. Beidseits des Kolbenstegs hat der Regelkolben jeweils eine radiale Aussparung, wobei der Verbraucherkanal über die eine Aussparung mit dem Versorgungs-kanal und über die andere Aussparung mit dem Tankkanal verbindbar ist. Die Aussparung, über die der Verbraucherkanal mit dem Versorgungs-kanal verbindbar ist, wird nun axial so lang gemacht, daß sie gemäß Anspruch 1 in der ersten Endstellung des Regelkolbens symmetrisch zum Verbraucherkanal und zum Versorgungs-kanal liegt.

Bei einem Druckregelventil wird der Druck im Verbraucherkanal auf eine Stirnseite des Regelkolbens rückgeführt und dadurch eine der äußeren Kraft entgegengerichtete Kraft auf den Regelkolben erzeugt. Gemäß Anspruch 3 geschieht die Rückführung in vorteilhafter Weise über den Regelkolben, und zwar durch eine Querbohrung im Kolbensteg und eine zur einen Stirnseite des Regelkolbens hin offene Längsbohrung im Regelkolben, in die die Querbohrung mündet.

Die oben als erste beschriebene Anordnung der Paare von Regelkanten ist bei einem hydraulischen Druckregelventil gemäß Anspruch 4 verwirklicht. Allerdings ist bei einem erfundungsgemäßen hydraulischen Druckregelventil nicht eine einzige radiale Aussparung am Regelkolben zwischen dessen beiden Regelkanten vorhanden. Vielmehr sind zwei axial hintereinanderliegende radiale Aussparungen vorgesehen, zwischen denen sich ein Kolbensteg befindet, der in den Stellungen des Regelkolbens einen Querschnitt zwischen dem Verbraucherkanal und der ersten Aussparung offen lässt. Dieser Kolbensteg besitzt keine Funktion im Hinblick auf die Verbindungen der drei Kanäle untereinander. Er ist lediglich vorhanden, um eine Aussparung am Regelkolben zu erzeugen, die in der ersten Endstellung des Regelkolbens symmetrisch zum Verbraucherkanal und zum Versorgungs-kanal liegt.

Um ohne kompliziert einzubringende Bohrungen am Regelkolben die Verbindung zwischen dem Verbraucherkanal und dem Tankkanal herstellen zu können, ist gemäß Anspruch 5 vorgesehen, daß die axiale Erstreckung des Kolbenstegs kleiner ist als die axiale Erstreckung des Verbraucherkanals und daß der Kolbensteg in den Stellungen des Regelkolbens einen Querschnitt zwischen dem Verbraucherkanal und der zweiten Aussparung offen lässt. Somit befindet sich der Kolbensteg in den verschiedenen Stellungen des Regelkolbens axial jeweils ganz innerhalb des Verbraucherkanals.

Zur Rückführung des Drucks im Verbraucherkanal auf eine Stirnseite des Regelkolbens bei einem Druckregelventil nach Anspruch 4 oder nach Anspruch 5 ist es günstig, wenn der Regelkolben gemäß Anspruch 6 in der zweiten Aussparung eine Querbohrung aufweist, die im Innern des Regelkolbens in eine zur einen Stirnseite des Regelkolbens hin offene Längsbohrung mündet. Der Druck in der zweiten Aussparung des Regelkolbens entspricht auch dann dem Druck im Verbraucherkanal, wenn die Verbindung zwischen dem Versorgungs-kanal und dem Verbraucherkanal offen ist und eine Hydraulikflüssigkeit vom Versorgungs-kanal zum Verbraucherkanal strömt.

Üblicherweise ragt der Regelkolben am einen Ende aus der Ventilbohrung heraus und ist dort mit einer äußeren Kraft derart beaufschlagbar, daß die äußere Kraft ihn weiter in die Ventilbohrung hineinzuschieben sucht. Zu dem besagten Ende der Ventilbohrung hin ist eine Abdichtung zwischen dem Regelkolben und der Wand der Ventildichtung notwendig. Bei einem hydraulischen Druckregelventil nach einem der Ansprüche 4 bis 6 läßt sich nun von den drei in

die Ventilbohrung mündenden Kanälen der Tankkanal am nächsten zu dem Ende der Ventilbohrung anordnen, auch wenn die äußere Kraft in die Ventilbohrung hineinwirkt. Die Abdichtung zwischen dem Tankkanal und dem außerhalb der Ventilbohrung befindlichen Raum läßt sich leicht be-werkstelligen, da allenfalls ein geringes Druckgefälle be-stehet.

Für den Wirkungsgrad eines hydraulischen Systems kommt es darauf an, Leckölverluste gering zu halten. Für 10 diese Zielsetzung ist gemäß Anspruch 8 vorgesehen, daß eine der direkten Verbindung des Verbraucherkanals mit dem Versorgungs-kanal dienende radiale Aussparung des Regelkolbens in Umfangsrichtung des Regelkolbens begrenzt ist. Dadurch wird in der zweiten Endstellung des 15 Druckregelventils die Dichtfläche zwischen dem Versorgungs-kanal und dem Verbraucherkanal gegenüber einer rundum umlaufenden radialen Aussparung vergrößert, sofern die radiale Aussparung in dieser Stellung des Regelkolbens axial unter den zwischen den beiden Kanälen befindli-20 chen Steg des Ventilgehäuses greift.

Durch eine Ausbildung gemäß Anspruch 9 wird ein Kräftegleichgewicht am Regelkolben in radialer Richtung ver-mieden. Bei einem Fremdkraftbremsventil kommt es zwis-25 chen dem Bremsdruckkanal als Verbraucherkanal und dem Tankkanal nicht so sehr auf eine hochwirksame Abdichtung an, wie zwischen dem Versorgungs-kanal und dem Bremsdruckkanal, da im Bremsdruckkanal jeweils nur kurzzeitig ein Druck ansteht und dieser Druck darüber hinaus auch ge-ringer als der Druck im Versorgungs-kanal sein kann, so daß 30 während eines Bremsvorgangs auftretende, geringe Ölverluste zum Tankkanal nicht ins Gewicht fallen. Deshalb kann eine zur Verbindung des Bremsdruckkanals mit dem Tank-kanal dienende radiale Aussparung am Regelkolben ohne weiteres ganz um diesen herumlaufen.

35 Anspruch 10 schließlich bezieht sich auf eine Ausbildung als Fremdkraftbremsventil, das zur Verwendung in einem Zweikreisbremsystem vorgesehen ist und das deshalb ei-40 nen ersten Regelkolben und einen zweiten Regelkolben be-sitzt. Nach Anspruch 10 besteht ein Unterschied zwischen dem ersten Regelkolben und dem zweiten Regelkolben darin, daß eine der direkten Verbindung eines zugeordneten Versorgungs-kanals und eines zugeordneten Bremsdruckka-nals dienende radiale Aussparung des zweiten Regelkolbens in axialer Richtung größer ist als eine solche radiale Ausspar-45ung des ersten Regelkolbens. Auf diese Weise werden Toleranzen in der Lage der zwei Gruppen von Kanälen, in der Lage des die erste Endstellung des zweiten Regelkolbens definierenden Anschlags, in der Länge der beiden Regelkol-ben, usw. ausgeglichen.

Zwei Ausführungsbeispiele eines hydraulischen Druckregelventils sind in den Zeichnungen dargestellt. Anhand der Figuren dieser Zeichnungen wird die Erfindung nun näher erläutert.

Es zeigen 55 Fig. 1 ein Längsschnitt durch eine erste Ausführung, bei der sich jeweils ein Paar Regelkanten zwischen einem Re-gelkolben und einem Versorgungs-kanal bzw. einem Tank-kanal befinden,

Fig. 2 einen Teilschnitt durch das Ventil nach Fig. 1 senk-recht zur Zeichenebene der Fig. 1, wobei sich ein Regelkolben in einer Endstellung befindet, in der der Bremsdruckkanal mit dem Versorgungs-kanal verbunden ist,

Fig. 3 einen Teilschnitt durch das Ventil nach Fig. 1 senk-recht zur Zeichenebene der Fig. 1, wobei sich ein Regelkolben in einer Regelstellung befindet,

Fig. 4 eine zweite Ausführung eines Fremdkraftbrems-ventils, bei der die zwei Paare von Regelkanten zwischen ei-nem Kolbensteg und dem Bremsdruckkanal ausgebildet

sind, wobei sich der Regelkolben in der Regelstellung befindet, und

Fig. 5 die Ausführung nach Fig. 4 in einer Endstellung des Regelkolbens, in der der Bremsdruckkanal mit dem Versorgungskanal verbunden ist.

Nach Fig. 1 befindet sich in einem Ventilgehäuse 10 eine Ventilbohrung 11, in die radial zwei Gruppen von Kanälen münden. Alle Kanäle sind als Ringkanäle ausgebildet, die zur Ventilbohrung 11 hin offen sind und ganz um die Ventilbohrung herumlaufen. Zu jeder Gruppe gehört ein Tankkanal T, ein Bremsdruckkanal B und ein Versorgungskanal P, in dem ein weitgehend konstanter Druck ansteht. Jeder Bremsdruckkanal ist mit einem oder mehreren Bremskolben eines Fahrzeugs und der Tankkanal ist mit einem Ölvratsbehälter verbunden. Eine Verschlußschraube 12 verschließt die Ventilbohrung auf der einen Seite. Auf der anderen Seite mündet die Ventilbohrung 11 in einen Aufnahmerraum 13 des Ventilgehäuses 10. Von jeder Gruppe von jeweils drei Kanälen befindet sich der Tankkanal am nächsten am Aufnahmerraum 13. Der Versorgungskanal P ist am weitesten vom Aufnahmerraum 13 entfernt. Der Bremsdruckkanal B ist zwischen dem Tankkanal T und dem Versorgungskanal P angeordnet.

In der Ventilbohrung 11 sind axial hintereinander ein erster Regelkolben 14 und ein zweiter Regelkolben 15 angeordnet. Der erste Regelkolben 14 befindet sich in einer sich an den Aufnahmerraum 13 anschließenden Hälfte der Ventilbohrung 11 und der zweite Regelkolben 15 zwischen dem ersten Regelkolben 14 und der Verschlußschraube 12. Eine zwischen den beiden Regelkolben 14 und 15 angeordnete Druckfeder 16 sucht die beiden Regelkolben voneinander wegzbewegen. Eine weitere Druckfeder 17 ist zwischen der Verschlußschraube 12 und dem zweiten Regelkolben 15 eingespannt und übt auf den zweiten Regelkolben 15 eine in Richtung auf den ersten Regelkolben 14 wirkende Kraft aus. Die Steifigkeit der Feder 17 ist größer als diejenige der Feder 16.

Der erste Regelkolben 14 ragt mit einem Führungszapfen 18 in den Aufnahmerraum 13 hinein, in dem auf den Führungszapfen 18 ein Federteller 19 aufgeschoben ist. Der Federteller 19 ist zwischen der Stufe 26 zwischen der Ventilbohrung 11 und dem Aufnahmerraum 13 und einem in den Aufnahmerraum eingesetzten Sprengring 20 axial bewegbar. An ihm stützt sich eine Regelfederanordnung 21 ab, die aus zwei Schraubendruckfedern 22 und einem zwischen den beiden Schraubendruckfedern eingespannten Dorn 23 besteht. Die Regelfederanordnung 21 ist auf den größten Teil ihrer Länge von einer auf der einen Seite geschlossenen Hülse 24 umgeben, die in einem an das Ventilgehäuse 10 angeschraubten Flansch 25 verschiebbar geführt ist. Die Stufe 26 definiert als erster Anschlag eine erste Endstellung, der Sprengring 20 als zweiter Anschlag eine zweite Endstellung des ersten Regelkolbens 14.

Der erste Regelkolben 14 besitzt im Anschluß an einen Kolbenabschnitt 30, in dem der Durchmesser des ersten Regelkolbens 14 dem Durchmesser der Ventilbohrung 11 entspricht und an dem eine zwischen dem Tankkanal T und dem Aufnahmerraum 13 im Ventilgehäuse 10 gehaltene Dichtung 31 anliegt, eine umlaufende Ringnut 32. In der gezeigten, in der Ansicht nach Fig. 1 rechten, zweiten Endstellung des ersten Regelkolbens 14 sind der Bremsdruckkanal B und der Tankkanal T über die Ringnut 32 miteinander verbunden, die hier als zweite radiale Aussparung des ersten Regelkolbens 14 angesehen wird. Vom Kolbenabschnitt 30 aus gesehen jenseits der Ringnut 32 und in einem geringen Abstand zu dieser besitzt der erste Regelkolben 14 zwei einander diametral gegenüberliegende radiale Sackbohrungen 33, die als erste radiale Aussparungen des ersten Regelkol-

bens 14 betrachtet werden. Der Abstand zwischen der äußeren Kante 34 zwischen Ringnut 32 und Kolbenabschnitt 30 und dem am weitesten von dieser Kante 34 entfernten Punkt 35 der oberen Kante 38 einer Sackbohrung 33 ist nur geringfügig kleiner als der in die Fig. 1 eingezeichnete Abstand  $\Delta$  zwischen der dem Bremsdruckkanal benachbarten Kante 36 zwischen dem Tankkanal T und der Ventilbohrung 11 sowie der dem Bremsdruckkanal B benachbarten Kante 37 zwischen dem Versorgungskanal P und der Ventilbohrung 11. Die Kanten 34 und 36 bilden ein erstes Paar von Regelkanten, die obere Kante 38 einer Sackbohrung 33 und die Kante 37 ein zweites Paar von Regelkanten.

In der ersten Endstellung des ersten Regelkolbens 14, in der der Federteller 19 sowohl am ersten Regelkolben 14 als auch an der Stufe 26 zwischen der Ventilbohrung 11 und dem Aufnahmerraum 13 anliegt, verbinden die Sackbohrungen 33 den Versorgungskanal P mit dem Bremsdruckkanal B. In der zwischen den beiden Endstellungen liegenden und in Fig. 3 gezeigten Regelstellung des ersten Regelkolbens 14 liegen sich die Paare von Regelkanten radial gegenüber, wobei es im Hinblick auf die Regelkante 38 der Sackbohrungen 33 auf die Lage des Punktes 35 ankommt. Um die Verbindung des Bremsdruckkanals B einmal mit dem Tankkanal T und ein andermal mit dem Versorgungskanal P herzustellen, ist es an sich nicht notwendig, daß sich die Sackbohrungen 33 nur über einen begrenzten Teil des Umfangs des ersten Regelkolbens 14 erstrecken und daß sie durch den durch das zwischen ihnen und der Ringnut 32 stehengebliebene Material gebildeten Kolbensteg 39 von der Ringnut 32 getrennt sind. Zur Herstellung der verschiedenen Verbindungen könnte der erste Regelkolben 14 auch eine einzige von der Kante 34 bis zum Punkt 35 reichende Ringnut besitzen.

Die Sackbohrungen 33 sind jedoch in Umfangsrichtung des ersten Regelkolbens 14 begrenzt, um die Dichtfläche zwischen dem Versorgungskanal P und dem Bremsdruckkanal B zu vergrößern und dadurch nur eine geringe Leckkölmenge fließen zu lassen. Der Kolbensteg 39, dessen axiale Erstreckung viel kleiner ist als die axiale Erstreckung des Bremsdruckkanals B, befindet sich in den beiden Endstellungen des ersten Regelkolbens 14 und in allen Stellungen dazwischen jeweils innerhalb des Bremsdruckkanals B und läßt somit immer eine Verbindung zwischen diesem und der Ringnut 32 offen. Durch den Kolbensteg 39 wird erreicht, daß in der ersten Endstellung des ersten Regelkolbens 14 die in Fig. 2 gezeigt ist, die Sackbohrungen 33 des ersten Regelkolbens 14 symmetrisch zum Versorgungskanal P und zum Bremsdruckkanal B liegen. In einer solchen Konfiguration sind die Strömungskräfte auf den ersten Regelkolben 14 wenigstens annähernd null. Dies führt zu der weiter oben schon erwähnten schnellen Reaktionszeit des Bremsdrucks auch bei niedrigen Enddrücken.

In den ersten Regelkolben 14 ist von der dem zweiten Regelkolben 15 zugewandten Stirnseite her eine Längsbohrung 45 eingebracht, in die eine von der Ringnut 32 ausgehende Querbohrung 46 mündet. Über die beiden Bohrungen 45 und 46 wird in jeder Position des ersten Regelkolbens 14 der im Bremsdruckkanal B herrschende Druck in den Raum zwischen den beiden Regelkolben rückgeführt. Die von diesem Druck auf den zweiten Regelkolben 15 ausgeübte Kraft ist die Eingangsgröße für die Höhe des Drucks in dem zweiten, dem zweiten Regelkolben 15 zugeordneten Bremsdruckkanal B, der auf die dem ersten Regelkolben 14 abgewandte Stirnseite des zweiten Regelkolbens 15 rückgeführt ist. Der zweite Regelkolben ist hinsichtlich der Ringnut 32, der Sackbohrungen 33, der Längsbohrung 45, der Querbohrung 46 ganz ähnlich wie der erste Regelkolben 14 ausgebildet. Ein Unterschied besteht lediglich darin, daß seine Sack-

bohrungen 33 in Achsrichtung des zweiten Regelkolbens 15 leicht länglich ausgebildet sind, also eine größere axiale Erstreckung als die Sackbohrungen 33 des ersten Regelkolbens 14 haben. Dadurch werden Toleranzen ausgeglichen.

Die in Fig. 1 gezeigte zweite Endstellung des ersten Regelkolbens 14 ist durch den Sprengring 20 definiert. Die zweite Endstellung des zweiten Regelkolbens 15 ergibt sich durch ein Gleichgewicht zwischen dem Druckfedern 16 und 17. In der zweiten Endstellung besitzt der zweite Regelkolben 15 einen geringen axialen Abstand vom ersten Regelkolben 14. Wird nun die Hülse 24 bis zu einer bestimmten Position soweit niedergedrückt, daß der Federteller 19 gegen das Ventilgehäuse 10 stößt, so befindet sich der erste Regelkolben 14 in seiner ersten Endstellung, die in Fig. 2 gezeigt ist. Im Bremsdruckkanal B steigt der Druck an. Der Druck steigt auch in dem Raum zwischen den beiden Regelkolben an, so daß der zweite Regelkolben 15 bis gegen die seine erste Endstellung definierende Verschlußschraube 12 gedrückt wird, in der die Sackbohrungen 33 des zweiten Regelkolbens 15 symmetrisch zu dessen Versorgungskanal P und Bremsdruckkanal B liegen. Sobald die Drücke bei der gegebenen Position der Hülse 24 der Kraft der Regelfederanordnung 21 entsprechen, werden die Regelkolben 14 und 15 in die Regelstellungen geschoben, wobei der Federteller 19 mitwandert und dabei, vorausgesetzt die Hülse 24 verbleibt in Ruhe, die äußere Kraft und der Druck in den Bremsdruckkanälen auf einen Endwert ansteigen. Der Druck in dem Bremsdruckkanal B bleibt nun auf dem erreichten Niveau. Nach einer Entlastung der Hülse 24 kehren die Regelkolben 14 und 15 unter der Wirkung der auf sie wirkenden, abfallenden Drücke und der Druckfedern 16 und 17 wieder in die in Fig. 1 gezeigte zweite Endstellung zurück.

Bei der Ausführung nach den Fig. 4 und 5 besitzt ein Regelkolben, es sei der Regelkolben 14, einen Kolbensteg 50, der in seiner axialen Erstreckung derjenigen des Bremsdruckkanals B entspricht und der mittig durch eine schmale Ringnut 51 unterbrochen ist. Auf der einen Seite des Kolbenstegs 50 ist als erste radiale Aussparung eine erste Ringnut 52 und auf der anderen Seite des Kolbenstegs 50 als zweite radiale Aussparung eine zweite Ringnut 53 angeordnet. Der Bremsdruckkanal B ist über die Ringnut 52 direkt mit dem Versorgungskanal P und über die Ringnut 53 direkt mit dem Tankkanal T verbindbar. In der Regelstellung des Regelkolbens 14, die in Fig. 4 gezeigt ist, liegen sich zwei Paare von Regelkanten 54 und 55 bzw. 56 und 57 am Kolbensteg 50 und zwischen dem Bremsdruckkanal B und der Ventilbohrung 11 radial gegenüber. In der ersten Endstellung des Regelkolbens 14, die in Fig. 5 gezeigt ist, besteht zwischen dem Versorgungskanal P und dem Bremsdruckkanal B über die Ringnut 52 eine Verbindung, wobei die Ringnut 52 symmetrisch zu den beiden genannten Kanälen liegt. Dadurch ist wiederum erreicht, daß in der ersten Endstellung die auf den Regelkolben 14 ausgeübten Strömungskräfte wenigstens annähernd null sind.

Zur Rückführung des Drucks im Bremsdruckkanal B auf eine Stirnseite des Regelkolbens 14 besitzt dieser eine zu der genannten Stirnseite hin offene Längsbohrung 58 und eine in diese mündende Querbohrung 59, die von der Ringnut 51 ausgeht. Zum Abbau des Druckes im Bremsdruckkanal B wird der Regelkolben 14 nach einer Entlastung von äußeren Kräften nach, gemäß Fig. 4 betrachtet, rechts in eine zweite Endstellung bewegt, so daß der Bremsdruckkanal B über die Ringnut 53 mit dem Tankkanal T verbunden ist.

5

10

20

25

30

35

40

45

50

55

55

60

65

draulisches Fremdkraftbremsventil, mit einer in einem Ventilgehäuse (10) vorhandenen Ventilbohrung (11), in die in einem axialen Abstand zueinander ein Versorgungskanal (P), ein Tankkanal (T) und ein zwischen dem Versorgungskanal (P) und dem Tankkanal (T) angeordneter Verbraucherkanal (B) münden, und mit einem in der Ventilbohrung (11) angeordneten und eine radiale Aussparung (33, 52) aufweisenden Regelkolben (14, 15), der in eine erste Richtung in eine durch einen Anschlag (26, 12) definierte erste Endstellung, in der der Verbraucherkanal (B) über die radiale Aussparung (33, 52) direkt mit dem Versorgungskanal (P) verbunden ist, und in eine zweite Richtung in eine zweite Endstellung verstellbar ist, in der der Verbraucherkanal (B) mit dem Tankkanal (T) verbunden ist, und der zwischen einer Regelstellung einnehmen kann, dadurch gekennzeichnet, daß die radiale Aussparung (33, 52) im Regelkolben (14, 15) in der ersten Endstellung des Regelkolbens (14, 15) symmetrisch zum Verbraucherkanal (B) und zum Versorgungskanal (P) liegt.

2. Hydraulisches Druckregelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkolben (14) einen Kolbensteg (50) aufweist, dessen axiale Erstreckung wenigstens annähernd der axialen Erstreckung des Verbraucherkanals (B) entspricht, daß sich auf der einen Seite des Kolbenstegs (50) eine erste radiale Aussparung (52) im Regelkolben (14) befindet, über die der Verbraucherkanal (B) mit dem Versorgungskanal (P) verbindbar ist und die in der ersten Endstellung des Regelkolbens (14, 15) symmetrisch zum Verbraucherkanal (B) und zum Versorgungskanal (P) liegt, und daß sich auf der anderen Seite des Kolbenstegs (50) eine zweite radiale Aussparung (53) im Regelkolben (14) befindet, über die der Verbraucherkanal (B) mit dem Tankkanal (T) verbindbar ist.

3. Hydraulisches Druckregelventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkolben (14) in dem Kolbensteg (50) eine Querbohrung (59) aufweist, die eine zur einen Stirnseite des Regelkolbens (14) hin offene Längsbohrung (58) im Regelkolben (14) mit dem Verbraucherkanal (B) verbindet.

4. Hydraulisches Druckregelventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Paar Regelkanten (37, 38) zwischen dem Versorgungskanal (P) und einer ersten radialen Aussparung (33) am Regelkolben (14, 15), die in der ersten Endstellung des Regelkolbens (14, 15) symmetrisch zum Verbraucherkanal (B) und zum Versorgungskanal (P) liegt, und ein Paar Regelkanten (34, 36) zwischen einer axial vor der ersten Aussparung (33) liegenden, zweiten radialen Aussparung (32) und dem Tankkanal (T) vorhanden sind, und daß sich zwischen den beiden radialen Aussparungen (32, 33) ein Kolbensteg (39) befindet, der in den Stellungen des Regelkolbens (14, 15) einen Querschnitt zwischen dem Verbraucherkanal (B) und der ersten radialen Aussparung (33) offen läßt.

5. Hydraulisches Druckregelventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die axiale Erstreckung des Kolbenstegs (39) kleiner ist als die axiale Erstreckung des Verbraucherkanals (B) und daß der Kolbensteg (39) in den Stellungen des Regelkolbens (14, 15) einen Querschnitt zwischen dem Verbraucherkanal (B) und der zweiten radialen Aussparung (32) des Regelkolbens (14, 15) offen läßt.

6. Hydraulisches Druckregelventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regelkolben (14, 15) in der zweiten radialen Aussparung (32) eine Querbohrung (46) aufweist, die im Inneren des Regelkolbens

## Patentansprüche

1. Hydraulisches Druckregelventil, insbesondere hy-

(14, 15) in eine zur einen Stirnseite des Regelkolbens (14, 15) hin offene Längsbohrung (45) mündet.

7. Hydraulisches Druckregelventil nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß am einen Ende der Ventilbohrung (11) der Regelkolben (14) über eine Regeldruckfederanordnung (21) von einer äußeren Kraft beaufschlagbar ist und daß von den drei in die Ventilbohrung (11) mündenden Kanälen (P, B, T) der Tankkanal (T) am nächsten zu dem Ende der Ventilbohrung (11) angeordnet ist.

5

8. Hydraulisches Druckregelventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß eine der direkten Verbindung des Verbraucherkanals (B) mit dem Versorgungskanal (P) dienende und in der ersten Endstellung des Regelkolbens (14, 15) symmetrisch zum Verbraucherkanal (B) und zum Versorgungskanal (P) liegende radiale Aussparung (33) des Regelkolbens (14, 15) in Umfangsrichtung des Regelkolbens (14, 15) begrenzt ist.

10

9. Hydraulisches Druckregelventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zwei gleiche der direkten Verbindung des Verbraucherkanals (B) mit dem Versorgungskanal (P) dienende und in der ersten Endstellung des Regelkolbens (14, 15) symmetrisch zum Verbraucherkanal (B) und zum Versorgungskanal (P) liegende radiale Aussparungen (33) vorhanden sind, die sich am Regelkolben (14, 15) diametral gegenüberliegen.

15

10. Hydraulisches Druckregelventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß sich in einer Ausbildung als Fremdkraftbremsventil in der Ventilbohrung (11) hintereinander ein erster Regelkolben (14) und ein zweiter Regelkolben (15) befinden und dem ersten Regelkolben (14) ein anderer Versorgungskanal (P), Bremsdruckkanal (B) und Tankkanal (T) zugeordnet ist als dem zweiten Regelkolben (15), daß der erste Regelkolben (14) in eine erste Richtung von einer Regelfederanordnung (21) beaufschlagt ist, daß ein Zwischenraum zwischen dem ersten und zweiten Regelkolben (14, 15) vom Druck im dem ersten Regelkolben (14) zugeordneten Bremsdruckkanal (B) beaufschlagbar ist, daß der zweite Regelkolben (15) auf der dem Zwischenraum abgewandten Stirnseite vom Druck in dem ihm zugeordneten Bremsdruckkanal (B) beaufschlagbar ist und daß eine der direkten Verbindung eines zugeordneten Versorgungskanals (P) und Bremsdruckkanals (B) dienende und in der ersten Endstellung des zweiten Regelkolbens (15) symmetrisch zum zugeordneten Verbraucherkanal (B) und zum zugeordneten Versorgungskanal (P) liegende radiale Aussparung (33) des zweiten Regelkolbens (15) in axialer Richtung größer ist als eine solche radiale Aussparung (33) des ersten Regelkolbens (15).

20

10. Hydraulisches Druckregelventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß sich in einer Ausbildung als Fremdkraftbremsventil in der Ventilbohrung (11) hintereinander ein erster Regelkolben (14) und ein zweiter Regelkolben (15) befinden und dem ersten Regelkolben (14) ein anderer Versorgungskanal (P), Bremsdruckkanal (B) und Tankkanal (T) zugeordnet ist als dem zweiten Regelkolben (15), daß der erste Regelkolben (14) in eine erste Richtung von einer Regelfederanordnung (21) beaufschlagt ist, daß ein Zwischenraum zwischen dem ersten und zweiten Regelkolben (14, 15) vom Druck im dem ersten Regelkolben (14) zugeordneten Bremsdruckkanal (B) beaufschlagbar ist, daß der zweite Regelkolben (15) auf der dem Zwischenraum abgewandten Stirnseite vom Druck in dem ihm zugeordneten Bremsdruckkanal (B) beaufschlagbar ist und daß eine der direkten Verbindung eines zugeordneten Versorgungskanals (P) und Bremsdruckkanals (B) dienende und in der ersten Endstellung des zweiten Regelkolbens (15) symmetrisch zum zugeordneten Verbraucherkanal (B) und zum zugeordneten Versorgungskanal (P) liegende radiale Aussparung (33) des zweiten Regelkolbens (15) in axialer Richtung größer ist als eine solche radiale Aussparung (33) des ersten Regelkolbens (15).

25

11. Hydraulisches Druckregelventil nach einem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest der Versorgungskanal (P) und der Verbraucherkanal (B) als zur Ventilbohrung (11) hin offene Ringkanäle ganz um die Ventilbohrung (11) herumlaufen.

30

40

45

50

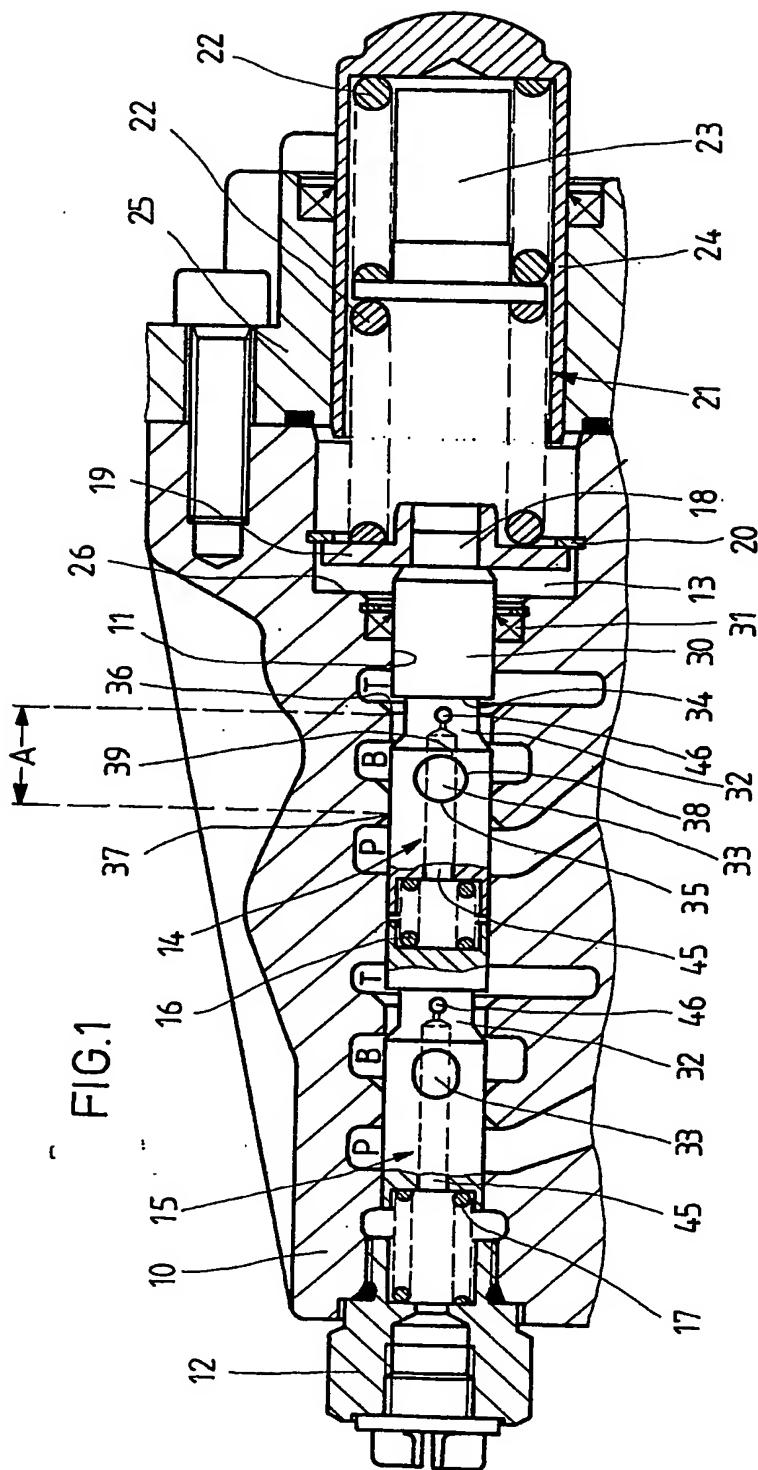
55

60

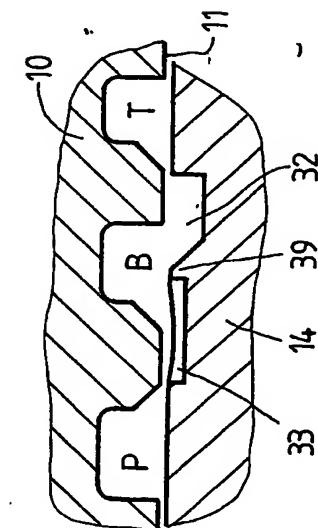
---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---



三



3  
FIG

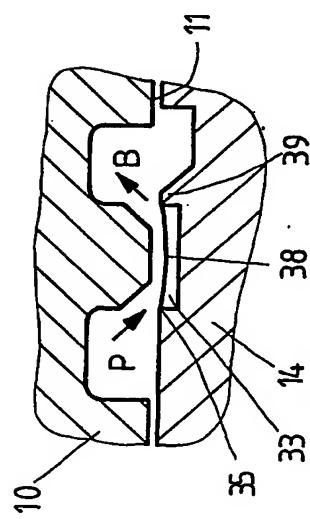


FIG. 2

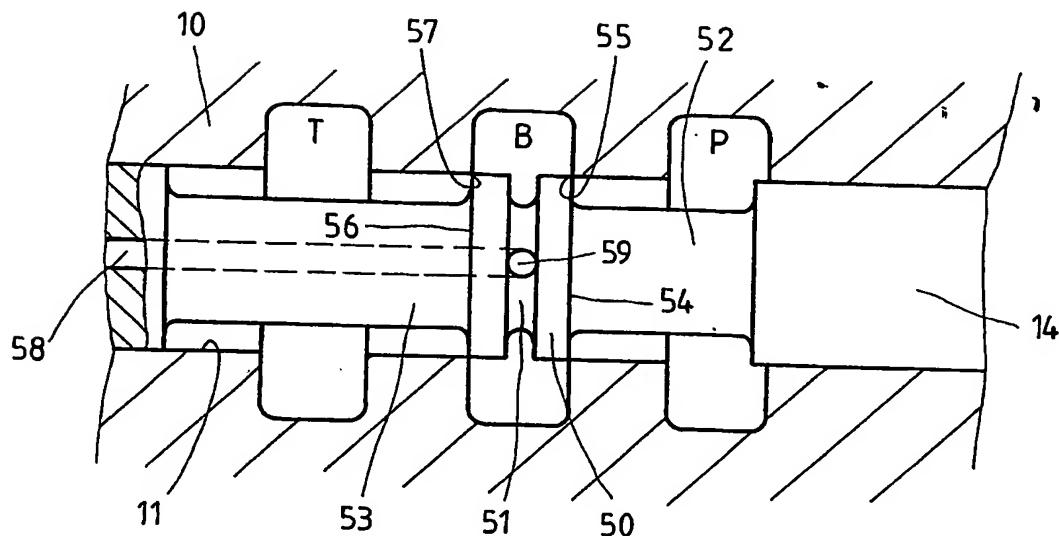


FIG. 4

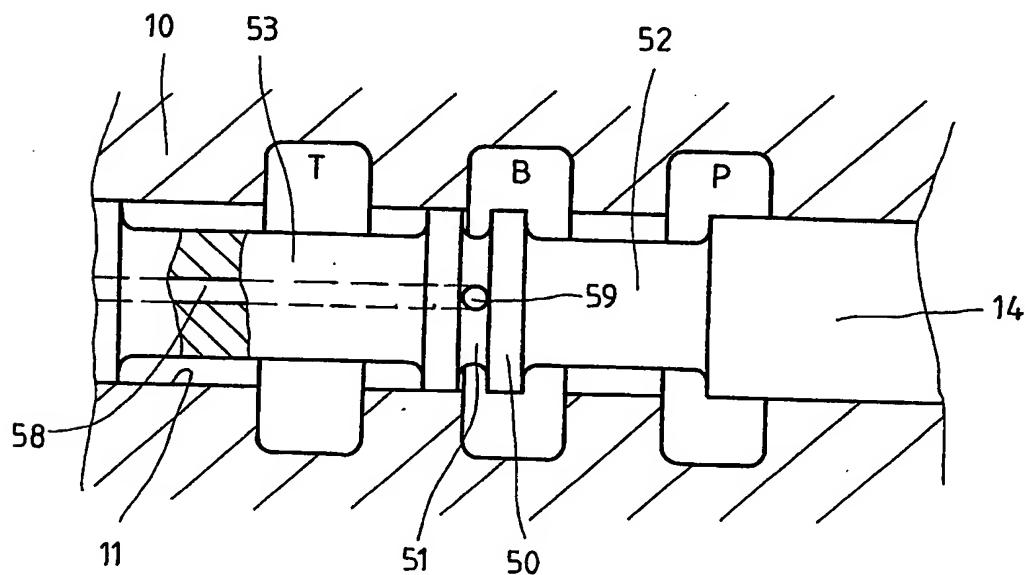


FIG. 5